



ELIMINACIÓN SIMULTÁNEA DE SULFURO Y FENOL BAJO CONDICIONES DESNITRIFICANTES EMPLEANDO UN REACTOR DE LECHO FLUIDIFICADO INVERSO

Ricardo Beristain-Cardoso⁽¹⁾, Rosalba Castillo-Collazo⁽²⁾, Anne-Claire Texier⁽¹⁾, Angel Alpuche-Solís⁽²⁾,
Jorge Gómez⁽¹⁾ y Elías Razo-Flores⁽²⁾

(1) Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México City, México. E-mail: dani@xanum.uam.mx
(2) Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, San Luis Potosí, México

Palabras clave: desnitrificación, oxidación anóxica de sulfuro y fenol, reducción de nitrato.

Introducción. El agua residual de los procesos de refinación del petróleo contiene compuestos nitrogenados, orgánicos y sulfuro. Debido a su impacto adverso al ambiente deben de ser eliminados (1). La desnitrificación organotrófica (DO) es un proceso biológico que permite la eliminación de nitrato y compuestos orgánicos en forma de N_2 y CO_2 respectivamente. En litoautotrofia se pueden utilizar compuestos reducidos de azufre como fuente de energía, siendo el sulfato el producto final. Sin embargo, bajo condiciones organo-litotróficas es posible la eliminación simultánea de acetato, sulfuro y nitrato (2,3). Cabe mencionar que no hay estudios sobre la eliminación simultánea de sulfuro y fenol por desnitrificación.

Objetivo. Estudiar la eliminación simultánea del fenol y sulfuro bajo condiciones desnitrificantes utilizando un reactor de lecho fluidificado inverso (RLFI).

Metodología. Se utilizó un RLFI con un volumen de operación de 1.7 L. La biopelícula se formó sobre soporte de polietileno de baja densidad, utilizando fenol como fuente de carbono y energía, y nitrato como el aceptor final de electrones. Una vez formada la biopelícula, el reactor se operó en continuo a dos tiempos de residencia hidráulico (2 y 0.9 días) bajo condiciones de DO y por un periodo de 75 días. Manteniendo una relación fenol/nitrato fija de 0.99, el S^{2-} fue alimentado. El proceso respiratorio fue evaluado a través de las eficiencias de consumo y los rendimientos de producto. La diversidad microbiana en la biopelícula fue caracterizada a través del análisis del 16S rDNA. Fueron medidos: NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} por electroforesis capilar; el amonio con un electrodo selectivo; el N_2 y CO_2 por cromatografía de gases; carbono orgánico e inorgánico con un analizador de carbono orgánico; fenol por HPLC y S^{2-} por iodometría.

Resultados y discusión. Con un tiempo de residencia hidráulico (TRH) de 2 días (Etapa I y II, Tabla 1), se alcanzó una velocidad de carga de 86 ± 4.8 mg C-fenol/L-d y 88 ± 4 mg $N-NO_3^-$ /L-d. Las eficiencias de consumo de los sustratos fueron de 100%, siendo el N_2 y el CO_2 los productos principales. El TRH se redujo a 0.9 d., alcanzando una velocidad de carga de 188 ± 3 mg C-fenol/L-d y 210 ± 5 mg $N-NO_3^-$ /L-d (Etapa III). La disminución del TRH no afectó el proceso respiratorio de la desnitrificación. Las condiciones

organotróficas fueron cambiadas a condiciones organo-litotróficas con la adición de sulfuro, a una velocidad de carga de 37 ± 5 mg S^{2-} /L-d (Etapa IV). Las eficiencias de consumo de los sustratos fueron de 100%, y los productos finales fueron CO_2 , SO_4^{2-} y N_2 . La adición de sulfuro al RLFI no afectó el proceso respiratorio de la desnitrificación. A través de la técnica molecular basado en el análisis del 16S rDNA, fueron identificados bajo condiciones organo-litotróficas microorganismos litoautotrófos como *Thobacillus denitrificans*, *T. sarajensis* y *T. thioparus*.

Tabla 1. Velocidades de carga (Q_V) y rendimientos de productos durante el estado estacionario.

ETAPA	Q_V (MG/L-D)	Y- N_2	Y- $C-HCO_3^-$	Y- $S-SO_4^{2-}$
I	66 $N-NO_3^-$ 71 C-fenol	$0.99 \pm$ 0.09	$0.84 \pm$ 0.06	----
II	87 $N-NO_3^-$ 90 C-fenol	$0.99 \pm$ 0.11	$0.83 \pm$ 0.04	----
III	210 $N-NO_3^-$ 188 C-fenol	$0.99 \pm$ 0.07	$0.79 \pm$ 0.04	----
IV	168 $N-NO_3^-$ 167 C-fenol 37 S^{2-}	$0.89 \pm$ 0.06	$0.82 \pm$ 0.05	$0.99 \pm$ 0.04

Y: rendimiento (g Producto/g Sustrato Consumido).

Conclusión. El incremento de la velocidad de carga del fenol, así como la alimentación del sulfuro en el RLFI no modificó significativamente el proceso respiratorio desnitrificante. Por lo que este estudio muestra el potencial de la desnitrificación para la eliminación simultánea de fenol sulfuro y nitrato.

Agradecimientos. El trabajo fue financiado por el proyecto NSF-CONACYT 35982-U.

Bibliografía.

- Lesley, A., Robertson, L. A., Kuenen J. G. (1992) The colorless sulfur bacteria. In: The Prokaryotes. 2nd Ed. Springer-Verlag. I:16. pp. 385-412.
- Gommers, P. J., Buleveld, W., Zuiderwijk, F.J., Kuenen, J. Gijs. (1988). simultaneous sulfide and acetate oxidation in a denitrifying fluidized bed reactor. *Water Research*. 22: (9) 1075-1083.
- Reyes-Ávila, J. Razo-Flores. E., Gómez-Hernández, J. (2004). Simultaneous biological removal of nitrogen, carbon and sulfur by denitrification. *Water Research*. 38:3313-3321.